Über eine durch Maisbrand verursachte intracarpellare Prolifikation bei Zea Mays L.

von

Dr. **Hugo Iltis.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Im folgenden sollen zwei Kolben von *Zea Mays* L. beschrieben werden, die ich im September 1909 durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. A. Zimmermann (Eisgrub) erhalten habe. Die Kolben waren mit anderen, gesunden, geerntet und erst später Herrn Prof. Zimmermann übergeben worden, so daß über die Pflanzen, von denen sie stammen, nichts Näheres gesagt werden kann.

Beide Kolben waren von normalen Lieschen umhüllt, besaßen aber an Stelle der Früchte 1 bis 2 *dm* lange, grüne, in griffelartige Fäden auslaufende Schläuche, die an der Basis von vergrößerten Spelzen umgeben waren (Fig. 1, 2, 3).

Beim ersten Anblick ist man verleitet, an eine Art von Brutknospenbildung zu denken, zumal eine solche bei den Gramineen sehr häufig ist. Masters[1] zählt zirka 20 Arten viviparer Gräser auf, darunter als die häufigsten *Dactylis glomerata, Poa bulbosa, annua, trivialis, alpina, Festuca ovina* u. a. Bei den Brutknospen bildenden Gräsern ist die Blütenachse zu einem kleinen, normal beblätterten Sproß umgestaltet, der an der Basis von Hüllblättern umgeben erscheint.

Nun ist aber im vorliegenden Falle von einem beblätterten Sproß äußerlich nichts wahrzunehmen, da die grünen Schläuche vollständig glatt und meist allseits geschlossen erscheinen. Vor

[1] Masters M. T., Pflanzenteratologie. Ins Deutsche übertragen von Udo Dammer, 1886.

allem aber handelt es sich bei den Brutknospen der Gräser um nicht pathologische, vegetative Vermehrungsorgane, während die vorliegenden Kolben ganz von Pilzmycel durchwuchert erscheinen. Es ist daher begreiflich, daß, während bei den viviparen Gräsern die Brutknospen leicht zum Auskeimen und zur Wurzelbildung gebracht werden können, hier jede Bemühung nach dieser Richtung erfolglos bleibt.

Während Brutknospenbildung bei *Zea Mays* nicht bekannt ist, fand ich bei Penzig[1] drei Fälle von Vireszenz erwähnt, die mit dem vorliegenden Ähnlichkeiten aufweisen. Von den drei zitierten Autoren gibt M. Dietz[2] nur in wenigen Zeilen eine Beschreibung, aus der nicht zu entnehmen ist, ob die von ihm beobachtete Erscheinung sich mit der hier beschriebenen deckt. Die verlängerten Fruchtblätter tragen am Ende den fadenartigen Griffel. Die Verlängerung ist so groß, daß die Fruchtblätter vom unteren Ende des Blütenstandes bis zu seinem oberen Ende reichen. Über das sonstige Aussehen der umgewandelten Ährchen, ihre Morphologie und Anatomie ist kein Wort gesagt.

Am meisten Ähnlichkeit mit unserem Fall weist der von E. Hackel[3] beobachtete vergrünte Maiskolben auf. Hackel gibt (leider ohne Abbildung) eine knappe Beschreibung des Kolbens, der, im Gegensatz zu den im folgenden behandelten nur im unteren Teile mißgebildet, im oberen normal war, keine dünnen, fadenförmigen, sondern breite, grüne, aus zwei Schenkeln verwachsene Griffel aufwies und auch in den Dimensionen manche Abweichung zeigte. Die Morphologie der grünen Schläuche, die sich auch hier vorfinden, ist aber fast die gleiche wie in unserem Falle. »Ein medianer Längsschnitt durch das Ovarium«, schreibt Hackel, »zeigte, daß in die verdickte Basis desselben ein 3 *mm* langes, abgeflachtes Achsengebilde hineinragte, offenbar die Fortsetzung der Blütenachse. Diese war aber nicht frei, sondern der Vorderseite des Ovariums angewachsen und auf der hinteren (der Kolbenachse zugewendeten)

---

1 Penzig O., Pflanzenteratologie. Genua, Bd. I, 1890; Bd. II, 1894.

2 Dietz M., Beiträge zur Kenntnis der teratologischen Fälle des Mais. Bot. Zentralbl., X, p. 413, 1882.

3 Hackel E., Zwei Bildungsabweichungen am Pistill von Gräsern. Bot. Zentralbl., 1881, VIII, p. 155.

Seite trug sie ein gleichfalls mit der Basis inseriertes zweites, dem äußeren ganz ähnliches schlauchförmiges Blattgebilde, welches in der Höhlung des ersten versteckt lag und etwa bis in die Hälfte desselben hineinragte. Es endigte aber ohne Griffelbildung. In diesen zweiten Schlauch war auf dieselbe Weise meist noch ein dritter, noch kleinerer eingeschachtelt und dieser enthielt in vielen Fällen noch das Rudiment eines vierten. Von einem Ovulum war keine Spur zu sehen....« Er endet seine Ausführungen, indem er jeden dieser vier Schläuche einem Pistill für homolog erklärt. Die zweizeilige Übereinanderstellung der Schläuche spreche dafür, daß jeder derselben als ein Blatt mit umfassender Basis und verwachsenen Rändern aufzufassen sei. Nach der Beschreibung hat es den Anschein, als ob Hackel nur rudimentäre Formen, wie sie bei meinem Kolben an der Spitze sich vorfinden (Fig. 11), vorgelegen wären. Bei diesen stimmen seine Angaben mit meinem Befund ziemlich überein; die großen Schläuche von der Basis meiner Kolben sind, wie aus dem folgenden zu ersehen ist, komplizierter gestaltet. Von einer Ursache der Mißbildung spricht Hackel nichts.

Die genaueste Beschreibung einer ähnlichen Monstrosität gibt G. Krafft,[1] der sie in seinem interessanten Werke auch abbildet.[2] In mehreren Diagrammen schildert er den Bau der monströsen Ährchen und konstatiert, daß die Glumae und Paleae bedeutend größer als in normalem Zustand, im übrigen aber in der gleichen Anzahl und Stellung vorhanden seien. Das Pistill des normal fruchtbaren Blütchens ist zu einem dunkelgrünen, bis 86 *mm* langen, röhrigen Blatt umgewandelt, welches unmittelbar, nachdem es aus der Ährchenspindel hervorgegangen ist, sich zu einem Knoten ausbaucht und nahe der Spitze »auf einen zusammengefalteten Teil stößt, vorher eine Ligula bildend«. Diesen zusammengefalteten Teil faßt Krafft als Lamina, die Röhre als Vagina des Fruchtblattes auf. Der innere Bau dieses

[1] Krafft G., Die normale und anormale Metamorphose der Maispflanze. Wien 1870. L. Gerold, p. 57 bis 60, T. II, Fig. 25.

[2] Krafft beschreibt auch einige Seiten vorher (p. 49 bis 50) eine interessante Vergrünung der männlichen Blütenrispe.

röhrenförmigen Blattes ist nach Krafft sehr einfach. Innerhalb erhebt sich die Achse ein wenig; an ihr steht ein zweites röhrenförmiges Blatt und in dessen Mitte ein fadenförmiges, bis zu 6 *mm* langes Blättchen. Krafft faßt die äußere Röhre als Fruchtblatt, die beiden inneren Blättchen als metamorphosierte Samenknospe auf, und zwar das erste als äußeres Integument, das zweite entweder als inneres Integument oder als Nucellus. Sowohl aus dieser Beschreibung als auch aus den beigegebenen Abbildungen erhellt, daß sich zwischen der von Krafft und der im folgenden beschriebenen Mißbildung eine ganze Reihe von Differenzen findet, die denn auch in der Deutung zum Ausdruck kommen.

Da die Autoren weder in ihren Angaben über das Aussehen und den Bau der immerhin ähnlichen Bildungen und noch viel weniger in deren Deutung übereinstimmen, da die Monstrosität sehr selten zu sein scheint[1] (jeder der drei Autoren beobachtete bloß einen Kolben), andrerseits aber viel Interessantes an sich hat, da es mir ferner gelungen ist, die wahrscheinliche Ursache der Abnormität aufzufinden und da endlich aus meinen Befunden an einer größeren Anzahl von untersuchten Ährchen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit eine plausible Deutung der komplizierten Gebilde ergibt, so glaube ich ein genaueres Eingehen auf den Fall rechtfertigen zu können.

Von den beiden Kolben ist der in Fig. 1 abgebildete etwas schlanker, die Kolbenachse etwas gestaut, so daß die Ährchen alle von der Basis zu entspringen scheinen. Im übrigen sind die Verhältnisse ganz gleich wie beim zweiten Kolben (Fig. 3), der kräftiger und gedrungener erscheint; dieser letztere wurde vornehmlich zur Untersuchung herangezogen, vom ersten Kolben nur einige Ährchen zur Kontrolle, die aber das gleiche Aussehen und denselben Bau aufwiesen.

Der untersuchte zweite Kolben zeigt eine wohlentwickelte fleischige Kolbenspindel, die von der Basis bis zur Spitze 15 *cm* mißt. An dieser Spindel sitzen nun fünf Doppelreihen anormaler

---

[1] Siehe auch P. Aschersohn und P. Graebner »Synopsis der Mitteleuropäischen Flora«, II. Bd., 1898 bis 1902, p. 59, Zeile 29 von oben.

♀ Ährchen, die an der Kolbenbasis lang und kräftig sind, gegen die Kolbenspitze zu aber immer kleiner und unentwickelter werden. Die Ährchen stehen zu je zwei und gehen von einer gemeinsamen Ansatzstelle aus. Die basalen, großen und kräftigen Ährchen umhüllen sowohl die Kolbenspindel als auch die an der Spitze befindlichen, verkümmerten Ährchen fast vollständig, so daß es den Anschein hat, als ob die vergrünten Ährchen büschelförmig am Kolbengrunde entsprängen. Schlägt man die im übrigen normalen, den Kolben einhüllenden Lieschenblätter zurück, so sieht man ein jedes Ährchen am Grunde von großen, gelblichen Spelzen umgeben. Aus diesen Spelzen ragt ein unten 5 *mm* dicker, nach oben zu sich verdünnender, zylindrischer Schlauch hervor, der endlich in einen dünnen, dem Griffel der normalen Maisblüte ähnlichen Faden ausgeht. Die Farbe des Schlauches ist im unteren zylindrischen Teile gelbgrün, dann folgt eine knotenartige Anschwellung, die ebenso wie der sich nun rasch verdünnende Endteil des Schlauches saftgrün gefärbt ist; dieser Endteil geht in den weißlichen, griffelartigen Faden über. Die Länge des Schlauches beträgt von der Basis bis zum Griffelansatz 10 bis 20 *cm*, der Griffel selbst wird zirka 20 *cm* lang. Sowohl die hier angegebenen Dimensionen als auch die unten folgende genaue Beschreibung beziehen sich nur auf die in der unteren Hälfte der Kolbenspindel entspringenden Ährchen, da die weiter oben stehenden viel kleiner, zum Teil auch verkrüppelt oder ganz unentwickelt sind und weder in der äußeren Gestalt noch im inneren Bau ein gleichartiges und typisches Bild aufweisen.

Die den Schlauch an der Basis einhüllenden Spelzen (Fig. 10 *Sp*, Fig. 12) sind im Vergleich zu denen des normalen weiblichen Maisährchens bedeutend vergrößert. Wie bei diesen sind auch hier sechs Spelzen vorhanden. Von den drei Glumae ist die unmittelbar an der Kolbenspindel inserierte obere meist dreizipflig, mit einem mittleren derben und zwei seitlichen dünnhäutigen Teilen. Ihre Länge beträgt bis 18 *mm*, die Breite bis 15 *mm*. Die gegenüberliegende untere Hüllspelze ist ebenfalls derb und undurchsichtig, jedoch einfach und in den Dimensionen etwas kleiner. Die dritte, oberste Gluma ist zarter und bauchig ausgewölbt; in ihrer Höhlung befindet sich die zu

einer abgeplatteten, tütenförmigen Röhre gefaltete Vorspelze der fehlgeschlagenen zweiten Blüte. Diese Vorspelze zeigt bisweilen am Ende eine Art Grannenbildung, einen bis zirka 12 *mm* langen, fadenförmigen Fortsatz (Fig. 12) und schließt bisweilen ein ganz zartes Blättchen oder in einigen Fällen einen drehrunden, 2 bis 3 *mm* langen, röhrigen Faden ein. Die bauchige Auswölbung und der griffelartige Faden, die sich bei der dritten Gluma finden, verraten die Neigung aller Blattgebilde der monströsen Ährchen, carpellartige Formen anzunehmen.

Die Paleae der entwickelten monströsen Blüte endlich sind zirka 12 *mm* lang, 8 *mm* breit, ganz dünnhäutig und liegen dem untersten, knieförmig umgebogenen Teil des an Stelle des Pistills stehenden zylindrischen, beziehungsweise schlauchartigen Gebildes dicht an. Rudimente der Lodiculae oder von Antheren sind nicht zu konstatieren.

Die mikroskopische Untersuchung der Spelzen zeigt langgestreckte, mit gewellten Wänden versehene Epidermiszellen; dazwischen Kieselzellen, Spaltöffnungen und einzellige kegelförmige Haare, die namentlich am Rande und an der Spitze der Spelzen zahlreich vorhanden und schon makroskopisch sichtbar sind. Im Innern sehen wir Gefäßbündel mit breiten, netzförmig verdickten Gefäßen.

Die sonderbaren, ohne den langen Griffel bis nahezu 2 *dm* langen Gebilde, die am Grunde von den Spelzen umgeben werden und dem Kolben sein eigentümliches Aussehen verleihen, nehmen die Stelle des Pistills des normalen Maisblütchens ein und es liegt nahe, sie, wie es z. B. Krafft und Hackel tun, von vornherein als metamorphosierte Pistille aufzufassen.

Wenn wir ein solches, die Stelle des Pistills einnehmendes, schlauchartiges Gebilde aus den Spelzen loslösen (Fig. 9), zeigt sich zu unterst der früher in den Spelzen versteckte Ansatzteil (Fig. 9 *A*), der mit der Längsachse einen Winkel von 90° bildet, nur zirka $1^1/_2$ bis 2 *mm* dick und solid ist. Ein Querschnitt durch diesen Teil zeigt zwei Kreise von Gefäßbündeln,[1] den einen unmittelbar unter der Epidermis, den zweiten ungefähr in der Hälfte des Querschnittes; diese Gefäßbündel sind von Gruppen von Bastzellen rings umschlossen. Auf diesen dünnen, soliden Ansatz folgt eine gleichfalls solide, kugelige, stärkeführende, in der Größe dem Maiskorn gleiche Anschwellung (Fig. 9 *A'*), die sich anatomisch vom Ansatzteil kaum unterscheidet und distal in eine halbrunde, auf der der Kolbenspindel zugewendeten Seite mehr abgeflachte, auf der abgewendeten Seite gewölbte Röhre übergeht (Fig. 8, Fig. 9 *Ro*). Auf der abgeflachten Seite zeigt dieser zirka 5 *cm* lange, mehr weniger gerade Teil eine deutlich sichtbare Rinne

---

[1] Nach Engler sind zwei solche Kreise für die Halme der Gräser kennzeichnend; dieser Teil wäre also der Achse homolog.

(Fig. 5 *G*). Auf einer Querschnittserie (Fig. 4 bis 8) sieht man, daß der Hohlraum dieser Röhre oberhalb der kugeligen Anschwellung als ein der abgeflachten Seite paralleler Spalt beginnt und sich im weiteren Verlauf erweitert; er rückt noch mehr an die abgeflachte Seite heran, so daß diese dort, wo sich die Rinne befindet, oft nur ein dünnes Häutchen darstellt. Ja, in einigen Fällen erscheint statt der Rinne sogar ein langgestreckter Schlitz, so daß die Röhre dann an der flachen Seite der Länge nach offen bleibt. Das mikroskopische Bild, das ein Querschnitt durch die genannte Rinne bietet, erinnert an die Faltgelenke gewisser Grasblätter.[1] Die Zellen der inneren Epidermis der Rinne sind hell gelbglänzend und ziemlich stark verdickt. Die innere Wandung der Röhre ist zum Teil mit langen Haaren bedeckt.

Während also die der Kolbenachse zugewendete (die ventrale) Wand der Röhre dünnwandig ist, hat die nach außen gewölbte dorsale Wand mehrere Millimeter Dicke und zeigt zwei bogenförmige Gefäßbündelreihen. Der Rinne gegenüber schiebt sich von der dorsalen Wand in das Röhrenlumen ein Längswulst vor, der sich, je höher der Querschnitt geführt wird, desto mehr von der Wand abschnürt, bis er endlich als ganz freier Zylinder im Röhrenlumen verläuft (Fig. 6 bis 8, Fig. 9 *Ri*).

In den meisten Fällen ist dieser Längswulst im untersten Teil der Röhre aus zwei an der dorsalen Röhrenwandung seitlich inserierten, die Röhre der Länge nach durchziehenden Häutchen gebildet (Fig. 5 *H*), deren Ränder ebenso wie die des äußeren Schlauches an der ventralen Seite entweder lose zusammenhängen oder ganz frei sind und einander nur überdecken (Fig. 6, 7 *Ri*). So bilden diese beiden Häutchen selbst wieder eine innere, zweite Röhre, die in der äußeren, derben, ersten Röhre steckt und vorerst mit dieser an der Rückenseite verwachsen ist. An dieser zweiten Röhre sind außen oft flügelartig vorspringende oder auch mehr weniger eng anliegende Blättchen (Fig. 6, 7, Fig. 9 *El*) angewachsen, die in ihrer Stellung bisweilen eine spiralige Anordnung erkennen lassen. Schon makroskopisch läßt sich häufig eine seidenartige Behaarung der zweiten Röhre und ihrer Anhänge erkennen. Ganz unten sind meistens die beiden lateral und dorsal in der äußeren Röhre auftretenden Längshäutchen noch frei (Fig. 5 *H*), erst weiter oben neigen sie zu einem Hohlzylinder, der zweiten inneren Röhre, zusammen und verwachsen schließlich mit den ventralen Rändern (Fig. 6 und 7 *Ri*). Noch weiter oben schnürt sich die dorsale Anwachsstelle, welche die äußere und die innere Röhre verbindet, immer mehr ein, so das die zweite Röhre endlich ganz frei im Lumen der äußeren Röhre verläuft (Fig. 8, Fig. 9 *Ri*). Unter dem Mikroskop zeigen die Häutchen, durch deren Zusammenneigen die innere Röhre gebildet wird, zahlreiche Gefäßbündel mit Treppengefäßen, die sich schon makroskopisch durch Längsrippen erkennen lassen. Die Epidermiszellen der häutigen Blättchen sind stark verdickt (Fig. 14); auch die Zellschichte unterhalb der Epidermis zeigt unregelmäßige collenchymatisch verdickte Wände. Die dünnen Randteile der Häutchen, wenn diese nicht verwachsen sind, haben keine Gefäßbündel und bestehen schließlich nur aus

[1] Kerner A., Pflanzenleben, 1891, Bd. I, p. 316.

zwei Zellreihen, der oberen und unteren Epidermis (Fig. 15); beide haben stark verdickte Wände. Von der Fläche gesehen, weist die Epidermis dieser häutigen Blätter ein ähnliches Bild wie die Epidermis der Grasblätter im allgemeinen auf. Sie besteht aus langgestreckten schmalen Zellen mit gewellten Wänden (Fig. 18). Gegen den Rand des Häutchens werden die Zellen noch länger und schmäler und die Wellung verliert sich. Zwischen diesen langgestreckten Zellen liegen kleine isodiametrische, bisweilen bisquitförmig eingeschnürte Zellen (Fig. 15 *K*), wahrscheinlich Kieselzellen. Auch völlig ausgebildete Spaltöffnungen sind in ziemlicher Anzahl vorhanden, was immerhin erwähnenswert ist, da diese Häutchen ja ganz im Hohlraum der äußeren Röhre eingeschlossen sind, und die Spaltöffnungen nie in die Lage kommen können, ihre Funktion auszuüben. Die Spaltöffnungen sind in Reihen angeordnet; sie enthalten in ihren Schließzellen kein Chlorophyll.

Ferner sind zweierlei Trichome zu sehen. Die einen, in geringerer Anzahl vorhandenen, sind mehrzellig, zylindrisch mit abgerundeten Enden (Fig. 15 *T*), die Zellen sind mit Plasma erfüllt. In viel größerer Zahl entspringen derbere einzellige Haare der Oberhaut. Sie sind kegelförmig zugespitzt und besitzen eine verdickte Membran (Fig. 8 T_2). Sie sind es, welche den häutigen Blättern oft einen seidenartigen Glanz verleihen.

Innerhalb dieser zweiten, der inneren Röhre aber ist, wie die Querschnittserie zeigt, noch bevor sie sich von der äußeren Röhre abschnürt, dorsal abermals ein Längswulst hervorgetreten (Fig. 6 *Sp*), an dessen Seiten abermals zwei Längsmembranen hervorwachsen (Fig. 7 *Ri'*). Diese neigen wieder zusammen und bilden so eine dritte innerste Röhre (Fig. 9 *Ri'*). Der Längswulst selbst erscheint von dieser Röhre, die sich jedoch erst ziemlich hoch oben ausbildet, umschlossen. Er ist anfangs dorsal noch angewachsen, trennt sich weiter oben ganz von der Wand los und verlauft endlich als freier Faden in der dritten innersten Röhre (Fig. 7, 8 *Sp*).

Die äußere, schlauchartige Röhre, in der sich alle diese komplizierten Gebilde befinden, verdickt sich in einer Entfernung von 5 bis 8 *cm* vom unteren Ende, wie anfangs erwähnt zu einer knotenartigen Anschwellung (Fig. 9 *Kn*) von saftgrüner Farbe; von da an bleibt die äußere Röhre dunkelgrün, während sie im unteren Teil gelblichgrün war. Sie wird immer dünner, um endlich in den bis zirka 25 *cm* langen, dünnen, griffelartigen Faden auszugehen.

Diese knotenartige Anschwellung läßt auf den ersten Blick eine Ähnlichkeit des ganzen an Stelle des Pistills stehenden Gebildes mit einem halmartigen Sproß vermuten. Die Untersuchung aber zeigt, daß es sich keineswegs um einen kompakten Knoten handelt, sondern nur um eine Verdickung der Wand des äußeren schlauchartigen Blattes, um einen sogenannten, bei den Gramineen häufigen Scheidenknoten. Das Gewebe dieser verdickten Wandstelle ist, mit dem der unteren Schlauchwandung verglichen, kleinzelliger und chlorophyllreicher, sonst sind keine nennenswerten Unterschiede vorhanden. Die Gefäßbündel verlaufen nicht etwa wie in einem echten Knoten schief, sondern setzen sich durch die verdickte Wandung geradlinig fort. Der Hohlraum des äußeren Schlauches setzt sich durch die knotenartige Verdickung kontinuierlich fort und

wird von der inneren Röhre durchzogen, die im Querschnitt bei den meisten der untersuchten Schläuche ein ganz charakteristisches Bild (Fig. 8 *Ri*, *Ri'*, Fig. 13) bietet. Die beiden häutigen Blätter, durch deren Zusammenneigen sie gebildet wurde, sind ventral verwachsen (Fig. 8, 13 *Ri*), so daß die innere Röhre wie die äußere geschlossen erscheint. Von der dorsalen Wand dieser inneren Röhre springen abermals zwei Häutchen vor, die sich meist vielfach falten, an ihrer Außenseite oft flügelartige Anhänge tragen und bogenförmig zusammenneigen (Fig. 13 *Ri'*). In dem so gebildeten innersten Hohlraum verlauft frei ein auf dem Querschnitt kreisrunder Faden. Meist sieht man im Knoten, um die zweite, innere Röhre spiralig herumgedreht, diese mit der äußeren Röhre verbindend, ein eigentümlich gestaltetes Blättchen (Fig. 9 *Bl'*). Ungefähr 3 bis 4 *mm* über dem Ansatz dieses Blättchens ist die äußere Röhre von einem dünnhäutigen Diaphragma durchsetzt, welches kreisförmig durchbrochen ist und die innere Röhre frei hindurchläßt (Fig. 9 *L*).

Ungefähr in der Höhe, wo dieses Diaphragma den Hohlraum der äußeren Röhre durchzieht, beginnt das häutige Blatt, das die innere Röhre bildet, sich spiralig zu drehen (Fig. 9 *Ri*). Die innere, zweite Röhre reicht nicht in den griffelartigen Fortsatz der äußeren Röhre hinein, sondern endet meist 3 bis 5 *cm* über der knotenartigen Verdickung frei im Hohlraum der äußeren Röhre. Das Ende der inneren Röhre ist nun ganz eigentümlich gestaltet. Es zeigt in den typischen Fällen zwei kapuzenartig übereinander gestülpte, spiralig gedrehte Blättchen, die miteinander verwachsen sind und von denen das obere in eine geschlossene Spitze ausläuft (Fig. 9 *K*, *K'*). Das mikroskopische Bild dieser kapuzenartigen Blättchen zeigt ein dichtes Netz von parallel verlaufenden und durch quere Anastomosen verbundenen Treppengefäßen. Die Epidermis trägt Spaltöffnungen in sehr großer Anzahl. Im Gewebe drin sieht man hier und da elliptische große Gebilde, die fast den Eindruck erwecken, als ob es sich um gallenerzeugende Organismen handeln würde.

Im Innern der so abgeschlossenen inneren Röhre verläuft der schon früher erwähnte zylindrische Faden. Meist ist dieser Faden bis in die Gegend des Knotens an die dorsale Wand der inneren Röhre angewachsen und verlauft erst weiter oben frei in ihrem Hohlraum. In vielen Fällen aber entspringt er ganz am Grunde des äußeren Rohres und durchzieht den Hohlraum desselben der ganzen Länge nach vollständig frei. Sein Ursprung aus dem mittleren Teil der Schlauchbasis und auch seine sonstige Lage und Gestalt lassen diesen Faden als Fortsetzung der Achse erscheinen. Ein Querschnitt durch diesen Achsenfaden zeigt einen regelmäßig gebauten Gewebszylinder, der stets zwei typische Gefäßbündel enthält. Die Epidermis des Zylinders trägt besonders viele Spaltöffnungen.

Wenn wir den oberen Teil dieses Achsengebildes aus der inneren Röhre herauspräparieren (Fig. 9 *Sp*), so sehen wir ihn an einer oder auch an mehreren Stellen kragenartig von einem dünnen Häutchen umgeben, das an einer Art von Knoten zu entspringen scheint. Das Häutchen besteht aus einer einfachen Zellplatte, förmlich aus einer Anzahl von untereinander verwachsenen Trichomen. Innerhalb dieses Kragens (Fig. 9 *Kr*) entspringt abermals ein die Achse bis über ihre Spitze einhüllendes Blatt (Fig. 9 *H*). Auch dieses erscheint oft spiralig

gedreht, zeigt eine knotenartige Anschwellung und wiederholt so das Bild der äußeren und der inneren Röhre. Die Zellen dieses häutigen Blattes, das ebenfalls viele Spaltöffnungen besitzt, enthalten eigentümliche, stark lichtbrechende Körperchen. Die eingehüllte Achse selbst endet innerhalb dieses letzten Häutchens mit einer abgerundeten Kuppe. Die Zellen dieser Kuppe sind klein, isodiametrisch, anscheinend meristhematisch und, was besonders auffallend erscheint, dunkelblaugrün gefärbt.

Der im vorhergegangenen geschilderte Aufbau kommt, wie schon eingangs erwähnt, nur den im unteren Teil der Kolbenspindel entspringenden großen typischen Ährchen zu. Aber auch bei diesen zeigen sich verschiedene Abweichungen vom normalen Bau. So z. B. kommt es oft vor, daß in den ersten Schnitten der Querschnittserie, also an der Basis des an Stelle des Pistills stehenden Gebildes statt eines zwei Hohlräume auftreten; in jedem derselben zeigt sich eine häutige Membran. Die beiden Hohlräume sind dann durch einen medianen Gewebekomplex, in dem die Fortsetzung der Achse liegt, voneinander getrennt. Dieser Gewebestreifen schnürt sich ventral immer mehr ein, so daß endlich die beiden Hohlräume sich zu einem einzigen vereinigen. Eine andere häufig vorkommende Abweichung besteht darin, daß die häutigen Blätter, die die innere Röhre bilden, nicht nur dorsal mit dem äußeren Schlauch verwachsen sind, sondern sich auch ventral so eng an seine Wand legen, daß nur eine einzige Röhre da zu sein scheint, deren Wandung aber in Wirklichkeit aus der äußeren und der inneren Röhre gebildet wird. Ferner verwischen oftmals Verwachsungen der häutigen Blätter untereinander das normale Bild, ebenso auch flügelartige Bildungen auf denselben. Ferner treten noch Komplikationen ein infolge des Auftretens von weiteren Hohlräumen in den breiten Ansatzteilen der Membranen.

Immerhin ist doch bei der größten Zahl der 40 teils durch Längsschnitte, teils durch Querschnittserien untersuchten, am unteren Teile der Kolbenspindel entspringenden Ährchen der morphologische und anatomische Aufbau übereinstimmend gefunden worden. Dagegen erscheinen die an der Spitze der Kolbenspindel entspringenden Ährchen verkrüppelt und in bezug auf die inneren Organe verkümmert. Es gibt da Schläuche von nur 1 *cm* Länge (Fig. 10), die auf dem Längsschnitt nur eine zentrale, im übrigen leere Höhlung zeigen oder etwas längere schmale Röhren (Fig. 11), aus deren Basis die Blütenachse als schwaches, 3 bis 5 *mm* langes Gebilde in das Röhrenlumen hineinwächst (Fig. 11 *Sp*).

Nun wäre noch die Deutung der beschriebenen Monstrosität zu geben. Mit Krafft und Hackel stimme ich darin überein, daß die schlauchartige Röhre des an Stelle des Pistills stehenden Gebildes als das metamorphosierte Pistill aufzufassen sei. Dabei wäre der breite fleischige Teil der Röhre (Fig. 9 bis *L*) als Vagina, das Häutchen *L* als Ligula und der über letzteres hinaus sich erstreckende und griffelartig verdünnte Teil als Lamina aufzufassen. Die Ligularbildung *L*, durch die deutlich

der eigentliche Fruchtknotenteil von dem griffelartigen Faden getrennt wird, kann also zur Bestätigung der schon öfter ausgesprochenen Ansicht dienen, daß das Gehäuse des Fruchtknotens eigentlich aus dem Scheidenteil der obersten Blütenblätter hervorgeht, während Griffel und Narbe dem Stiel und der Spreite, beziehungsweise der letzteren allein homolog sind. Diese Ansicht findet sich unter anderem auch bei Kerner[1] und Masters[2] ausgesprochen.

Was nun den inneren, von diesem schlauchartigen Fruchtblatt umhüllten Teil anlangt, so ist die Ansicht Krafft's gewiß nicht zu akzeptieren, der in diesem inneren Teil das von seinen Integumenten umhüllte Ovulum sieht und die Blütenachse mit diesem abschließen läßt. Das undifferenzierte Gebilde, das sich bei den von ihm untersuchten Ährchen innerhalb des Schlauches befand, mag wohl diese Deutung zugelassen haben. Dagegen sieht schon Hackel in dem auch bei seinen Ährchen nur 3 *mm* langen, abgeflachten Gebilde einen modifizierten, beblätterten Sproß, in den sich die Blütenachse fortsetzt. Auch die von mir beobachteten 6 bis 8 *cm* langen und sehr komplizierten Bildungen innerhalb des äußeren Schlauches lassen eine der von Hackel aufgestellten ähnliche Deutung zu. Die innere Röhre wäre darnach ein zweites, dem Fruchtblatt ähnliches Blatt; flügelartige Häutchen, wie sie der Scheide dieses Blattes entspringen (Fig. 9 *Bl, Bl'*) scheinen bei abnormen Maispflanzen nicht selten zu sein, da auch Krafft[3] ähnliche Bildungen in der männlichen Blütenrispe erwähnt. Übrigens zeigen auch die Hüllblätter der Seitensprosse bei der normalen Maispflanze auf der Rückseite zwei flügelartige Leisten. Welchen morphologischen Wert die sonderbaren tütenförmigen Gebilde am Ende dieser inneren Röhre (Fig. 9 *K, K'*) haben, läßt sich wohl schwer angeben.

Die innere Röhre entspringt ebenfalls dem Grunde des schlauchförmigen Fruchtblattes und stellt also das erste Blatt eines von hier aus in das Innere des Carpells vorwachsenden Sprosses dar. Dieses erste Blatt ist ähnlich wie das Karpell

1 Kerner A., Pflanzenleben, 1891, Bd. II, p. 86.

2 Masters M. T., l. c., p. 539.

3 Krafft G., l. c., p. 39.

selbst gestaltet. Die zuerst gestaute Achse des Sprosses wächst durch die Höhlung dieses Blattes als dünner Faden entweder frei oder zum Teil mit der Blattscheide verwachsen hindurch. Meist kommt es etwas höher an der Achse noch zur Ausbildung eines dritten Blattes (Fig. 8 *Ri'*). Alle diese drei Blätter erscheinen wenigstens teilweise längs ihrer Dorsalseite miteinander verwachsen (Fig. 7, 13). Die als dünner Faden aufwärts ziehende Achse erzeugt in ihrem weiteren Verlaufe bisweilen noch knotenartige Bildungen, an denen sich dann auch als Ansatz zur Blattbildung ein dünner häutiger Kragen (Fig. 9 *Kr*) vorfindet.

Da sich in unserem Falle innerhalb des geschlossenen Fruchtblattes ein, wenn auch monströs umgewandelter Sproß vorfindet, so ist die im vorhergegangenen beschriebene Bildung als mediane, intracarpellare, foliare Prolifikation [1] zu bezeichnen. Fälle einer solchen sind zwar selten, aber doch schon, namentlich bei Pflanzen mit einer zentralen freien Placenta (Primulaceen) beobachtet worden.[2]

Die Frage nach der Ursache der Mißbildung endlich läßt sich mit ziemlicher Sicherheit beantworten. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigen sich nämlich alle Teile des monströsen Kolbens von Pilzhyphen durchzogen. Im Grundgewebe des äußeren Schlauches (Fig. 16) sieht man die Hyphen namentlich längs der Zellwände gelagert, sie dringen aber auch in die Zellen ein und bilden hier oft baumförmige Verästelungen (Fig. 16 *B*). Vielfach sieht man den Zellkern von den Hyphen umfaßt. Häufig erscheinen an den Enden der Hyphen conidienartige Gebilde abgeschnürt zu sein (Fig. 16 *C*). Oft vereinigen sich ganze Hyphenzüge zu grauen Strängen, welche um die Gefäßbündel herumziehen und um diese polygonale Maschen bilden.

Namentlich an der Spitze der fadenartigen Achse und in den diese umgebenden häutigen Blättern finden sich besonders breite, oft keulig angeschwollene und vielfach umeinander gewundene Hyphen; zwischen ihnen sind hier und da dick-

---

1 Schneider C. K. und Porsch O., Handwörterbuch der Botanik, 1905.

2 Masters, l. c., p. 155.

wandige Sporen zu sehen (Fig. 17). An anderen Stellen finden sich auch vergrößerte Zellen des Parenchyms ganz erfüllt mit braunen elliptischen Sporen.

Als ich dem untersuchten Kolben II (Fig. 3) einige Ährchen von der Spitze der Spindel entnehmen wollte und zu diesem Zwecke die tiefer gelegenen größeren Ährchen weit auseinanderbog, fand ich zwischen ihnen versteckt eine etwas über erbsengroße, wohlentwickelte Galle des Maisbrandes, *Ustilago Zea Maydis* P. Magnus. Der Zusammenhang dieser Brandbeule mit den Pilzhyphen im Innern des Kolbens und der Schläuche war von vornherein wahrscheinlich und wurde auf Querschnitten noch klarer, da von Sporen erfüllte Zellen auch einzeln im Gewebe lagen und miteinander sowie mit der Brandbeule durch Hyphenstränge in Verbindung standen. Die Annahme, daß *Ustilago Zea Maydis* P. Magnus als Ursache der Mißbildung zu betrachten sei, erscheint aber auch dadurch gestützt, daß Pilze häufig als Erzeuger komplizierter organoider[1] Gallen auftreten. Die Fälle der Veränderung des Habitus von *Euphorbia* durch *Uromyces pisi,* der Hexenbesenbildung durch *Melampsorella* und der Füllung der *Knautia*-Blüten durch *Peronopora violacea*[2] sind zu bekannt, als daß auf sie näher einzugehen wäre. Interessanter und für den vorliegenden Fall bedeutsamer, weil der Erreger der gleichen Gattung angehört, ist die durch *Ustilago antherarum* bewirkte Umwandlung der weiblichen Blüten von *Melandrium album* und *M. rubrum* Garcke in zwitterige, wo der Pilz die Bildung von Antheren auslöst, in denen er gut zur Sporenbildung gelangen kann.[3]

Die Frage, wie der Pilz so weitgehende Umwandlungen bewirkt, ist ungelöst. Klebs[4] weist darauf hin, daß man nach den bisherigen Erfahrungen künstlich Anomalien nur durch Änderung der allgemeinen Ernährungsbedingungen hervorrufen könne, während die Wirkung des Parasiten meistens

---

[1] Küster E., Über organoide Gallen. Biol. Zentralbl. 1910.

[2] De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze. Leipzig 1884.

[3] Straßburger E., Versuche mit diöcischen Pflanzen. Biol. Zentralbl. 1900. (Daselbst auch die ältere Literatur.)

[4] Klebs G., Über künstliche Metamorphosen. Abh. d. nat. Ges. z. Halle, XXV. Bd., 1903 bis 1906.

lokaler Natur sei. Allem Anschein nach seien es chemische Stoffe, die die Gallenbildung hervorrufen. Küster[1] wieder nimmt an, daß die organischen Gallen nur durch lokale Ernährungsstörungen hervorgerufen werden und daß bei ihrer Entstehung Giftstoffe von spezifischer Wirkung nicht beteiligt seien. Man könnte für unseren Fall beide Anschauungen insofern vereinen, als doch gewiß tiefgreifende lokale Ernährungsstörungen, wie sie bei einem so massenhaften Auftreten von Pilzmycel im Gewebe der Pflanze, wie es der beschriebene Fall zeigt, sich notwendig ergeben müssen, auch ohne Giftstoffwirkung sicher auf die allgemeinen Ernährungsbedingungen durch Ableitung des Saftstromes etc. von Einfluß sein werden. Dann kann ja auch hier jener Zustand des »affolement«, wie ihn Blaringhem[2] nennt, eintreten, jener ein wenig anthropomorphistisch konstruierte Zustand von pflanzlicher Hysterie, in dem die Pflanze rechts und links vertauscht und zu allerlei Extravaganzen aufgelegt erscheint.

Zusammenfassung.

Die Ährchen der beschriebenen monströsen Fruchtkolben von *Zea Mays* L. zeigen bedeutend vergrößerte Spelzen in der normalen Zahl und Anordnung. An Stelle des Carpells steht ein 10 bis 20 *cm* langer Schlauch, der in einen bis 20 *cm* langen griffelartigen Faden ausgeht. Eine Ligularbildung im Innern dieses Schlauches, die ihn in einen unteren, dem Fruchtknoten, und einen oberen, dem Griffel homologen Teil scheidet, bestätigt die Anschauung, daß der Fruchtknoten der Vagina, der Griffel und die Narbe dem Stiel und der Lamina, beziehungsweise der Lamina allein entsprechen. Der Schlauch enthält in sich als Verlängerung der Achse einen abnormen beblätterten Sproß. Die ganze Bildung ist also als mediane intracarpellare, foliare Prolifikation aufzufassen. Die wahrscheinliche Ursache der monströsen Ausbildung ist der Maisbrand, *Ustilago Maydis* P. Magnus.

[1] Küster E., l. c.

[2] Blaringhem L., »Mutation et Traumatismes«. Paris 1908.

Figurenerklärung.

Für die Herstellung der Photographien (Fig. 1 bis 8) bin ich Herrn Assistenten E. Quietensky zu Danke verpflichtet. Die Zeichnungen sind von mir, soweit mikroskopisch, mit dem Abbe'schen Zeichenapparat hergestellt.

Fig. 1. Vergr. $^2/_3$. Kolben I.

Fig. 2. Vergr. $^1/_1$. Einzelnes, schwächeres Ährchen, unten von Spelzen umhüllt. Die knotenartige Anschwellung bei *Kn* nur undeutlich zu sehen.

Fig. 3. Vergr. $^1/_3$. Kolben II. Die unteren Ährchen bereits zum Zwecke der Untersuchung abgeschnitten. Bei *Br* Brandkorn.

Fig. 4 bis 8. Vergr. $^2/_1$. Querschnittserie durch kräftiges Ährchen, Fig. 4 und 5 durch den basalen Teil, Fig. 6 vor der knotenartigen Anschwellung, Fig. 7 und 8 durch den Knoten selbst. *G* Rinne mit Gelenkzellen, *Ra* äußere Röhre, *Ri* innere Röhre, *Ri'* innerste Röhre, *Bl* flügelartige Blättchen, *Sp* Achse.

Fig. 9. Vergr. $^2/_1$. Längsschnitt durch typisches Carpell. *A*, *A'* solider Ansatzteil, *Ra* äußere, *Ri* innere Röhre, *Bl* flügelartige Blättchen, *Bl'* spiraliges Blättchen, *Kn* knotenähnliche Verbreiterung der Röhre, *L* Ligularbildung, *K*, *K'* kapuzenartige Blättchen am Ende der inneren Röhre, *Kr* kragenartiges Blättchen, *Sp* Achse, *H* Hüllblatt der Achse.

Fig. 10. Vergr. $^2/_1$. Verkrüppeltes Ährchen von der Spitze der Kolbenspindel. *Spz* Spelzen.

Fig. 11. Vergr. $^2/_1$. Rudimentäres Carpell von der Spitze der Spindel. *Sp* Achse, *Ra* äußere Röhre, *Kn* knotenartige Erweiterung derselben, *L* Ligularbildung.

Fig. 12. Vergr. $^2/_1$. Vorspelze der verkümmerten zweiten Blüte mit grannenartiger Bildung.

Fig. 13. Vergr. $^{15}/_1$. Querschnitt durch die innere Röhre in der knotenartigen Erweiterung. *Ri* innere, *Ri'* innerste Röhre, *Sp* Achse.

Fig. 14. Vergr. $^{240}/_1$. Querschnitt durch das die innere Röhre bildende häutige Blatt.

Fig. 15. Vergr. $^{240}/_1$. Querschnitt durch den dünnen Randteil desselben Blattes.

Fig. 16. Schnitt durch das Parenchym des äußeren Schlauches. *B* baumartige Verästelung der Pilzhyphen, *C* conidienähnliche Bildungen.

Fig. 17. Vergr. $^{240}/_1$. Pilzhyphen, keulig angeschwollen aus der Spitze der Achse.

Fig. 18. Epidermis des die innere Röhre bildenden häutigen Blattes. T_1, T_2 Trichome, *K* Kieselzellen.